

(51) Int.Cl.<sup>3</sup>H 0 3 B 21/00  
28/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9182-5 J

B 9182-5 J

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平3-28584

(22) 出願日 平成3年(1991)2月22日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 石▲崎▼ 泰寛

鎌倉市大船二丁目14番40号 三菱電機株式  
会社生活システム研究所内

(72) 発明者 柏木 賢一

鎌倉市大船二丁目14番40号 三菱電機株式  
会社生活システム研究所内

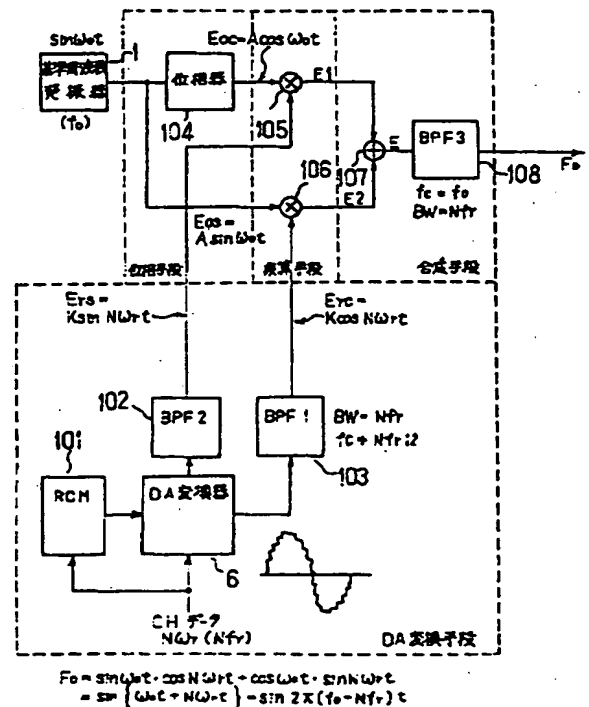
(74) 代理人 弁理士 高田 守 (外1名)

(54) 【発明の名称】 周波数シンセサイザー

(57) 【要約】

【構成】 基準周波数発振器と波形発生データ記憶素子 (ROM) からのデータに基づき信号を生成するDA変換器と、乗算器から成るシンセサイザー回路において、基準周波数発振器から同一周波数を持つ直交関係にある2信号を生成し、同時にDA変換器から指定する周波数をもつ直交関係にある2信号を生成し、異周波数で直交関係にある信号同志を乗算した2種の乗算信号を生成し合成することを特徴とする周波数シンセサイザー。

【効果】 周波数変化分をデジタル回路にて構成したので、周波数切換時間が短く、周波数安定度の高いものが得られる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 以下の要素を有する周波数シンセサイザ

- (a) 基準周波数を発振させる基準周波数発振器、
- (b) 波形発生データに基づき指定された周波数をもつ直交関係にある2信号を生成するDA変換手段、
- (c) 基準周波数発振器から直交関係にある2信号を生成する位相手段、
- (d) DA変換手段及び位相手段で生成された直交関係にある信号同志を乗算し、2種の乗算信号を生成する乗算手段、
- (e) 乗算手段により生成された2種の乗算信号を合成して合成信号を生成する合成手段。

【請求項2】 合成信号に含まれるビート成分を検出する検出手段と、乗算信号とDA変換手段で生成された信号と位相手段で生成された信号とのうち、少なくともいずれかひとつの振巾を制御する振巾制御手段を備えたことを特徴とする請求項1記載の周波数シンセサイザ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、周波数シンセサイザに関するものであり、特に、周波数シンセサイザ回路の切換動作を高速化するための回路構成に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図5は例えば特開平1-265616号公報に示された従来のPLLシンセサイザ発振器の高速立上げ装置を示すブロック図であり、図において1は基準周波数発振器、2は、位相比較器で、基準周波数発振器1と分周器5に接続されている。3は、位相比較器2の出力に接続されているフィルター回路で抵抗器31、32、コンデンサー33で構成されている。4は電圧制御発振器であってフィルター回路3と分周器5に接続されている。5は分周器で、電圧制御発振器4の発振信号の周波数を周波数設定データに従い分周する。6はDA変換器で周波数設定データに従い電圧を発生させる。12はSW（開閉器）で、切替信号により、フィルター回路3を構成しているコンデンサー33をDA変換器6の出力に接続したり、フィルター回路3を構成する抵抗器32に接続する。また、31、32はフィルター回路3を構成する抵抗器、33はフィルター回路3を構成するコンデンサーである。

【0003】次に動作について説明する。定常動作時には、位相比較器2は、基準周波数発振器1の出力信号と、電圧制御発振器4の出力信号を分周した、分周器5の出力信号との位相差を比較し、誤差をパルス巾変調信号等で出力する。例えば位相がすすんでいる部分ではHレベル（Vccレベル）のパルス、位相が遅れている部分ではLレベル（GNDレベル）のパルス、一致している部分はOpen（ハイインピーダンス）の信号とする

2

ことができる。従って、位相比較器2の出力信号はフィルター回路3の抵抗器31、32、コンデンサー33で積分され直流を含む低域成分になる。低域信号となった誤差は電圧制御発振器4に加えられるので、負帰還動作により位相差を減少させる。このような負帰還動作によって最終目的には電圧制御発振器4の出力信号の周波数 $f_o$ は、基準周波数発振器1の信号周波数 $f_r$ に位相同期するため、分周比を $N$ とすると $f_o = N \cdot f_r$ となる。

【0004】さて、ここで、出力周波数 $f_o$ を変化させるために、分周比 $N$ を変化させる場合について説明する。変化させる前の電圧制御発振器4の印加電圧を $E_1$ とし、変化後に定常となる印加電圧を $E_2$ とすると、この回路は、変化させる前の電圧制御発振器4の印加電圧 $E_1$ と、変化後に定常となる印加電圧 $E_2$ の電圧差を補正するように帰還動作するが、フィルター回路3の時定数が大きいと、コンデンサー33への充放電に時間がかかり、切換時間が増大する。そこで、切換え時に、DA変換器6によって、切換え後に必要となる $E_2$ を造り、前もってSW12でコンデンサー33に充放電してから、コンデンサー33を帰還回路に接続して定常値 $E_2$ になるまでの時間を短縮する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の周波数シンセサイザは、以上のように、コンデンサー1個からなる単純なフィルター回路を採用しており、分周比 $N$ の切換時に、コンデンサーを帰還回路から切離す。そして、DA変換器6でコンデンサーを充放電している時間は、コンデンサーなしの帰還回路により位相比較器2のパルス状の誤差信号が電圧制御発振器へ加えられるので、切換前の定常印加電圧がこわされ異常電圧になってしまう。

【0006】そして、コンデンサーをこの帰還回路に接続すると、この異常電圧のために異常電圧から切換後の定常印加電圧への充放電となり、切換時間の改善が不安定となったり、PLL帰還ループの安定条件がコンデンサーを切離すことによって大きく変化し、異常発振しやすくなるなどの問題点があった。

【0007】この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、切換え時間を短縮できる周波数シンセサイザを得ることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載した第1の発明にかかる周波数シンセサイザは以下の要素を有するものである。

- (a) 基準周波数を発振させる基準周波数発振器、
- (b) 波形発生データに基づき指定された周波数をもつ直交関係にある2信号を生成するDA変換手段、
- (c) 基準周波数発振器から直交関係にある2信号を生成する位相手段、
- (d) DA変換手段及び位相手段で生成された直交関係

3

にある信号同志を乗算し、2種の乗算信号を生成する乗算手段、

(e) 乗算手段により生成された2種の乗算信号を合成して合成信号を生成する合成手段。

【0009】請求項2に記載した第2の発明にかかる周波数シンセサイザは、請求項1記載の周波数シンセサイザにおいて、合成信号に含まれるビート成分を検出する検出手段と、乗算信号の振巾とDA変換手段で生成された信号の振巾と位相手段で生成された信号の振巾とのうち少なくともいずれかひとつを制御する振巾制御手段を備えたものである。

【0010】

【作用】第1の発明に係る周波数シンセサイザは、位相手段により、基準周波数発振器からsin波信号とcos波信号をつくる。また、DA変換手段は、波形発生データとDA変換器により指定された周波数成分をもつsin波信号とcos波信号をつくり、乗算手段は、それぞれsin、cosの組合わせでsin波信号とcos波信号を乗算して乗算信号を生成し、合成手段は、各々の乗算信号を加算する。

【0011】また、第2の発明に係る周波数シンセサイザは、検出手段により合成信号に含まれるビート成分を検出し、振巾制御手段は、その検出状態に応じて、少なくとも、乗算信号の振巾と、DA変換手段で生成された信号の振巾と、位相手段で生成された信号の振巾とのうち、いずれかひとつを制御することにより振巾を等しくして、位相手段や乗算手段等の回路から生じるロスを調整する。

【0012】

【実施例】実施例1. 以下、この発明の一実施例を図について説明する。図1において、1は基準周波数発振器、6は波形発生データから目的の周波数をもつ信号を作り出すためのDA変換器、101は波形発生データを記憶しているROM、102、103はDA変換器6からの高調波を除去するBPF（バンドパスフィルタ、以下BPFという）、104は基準周波数発振器1からの信号を $\pi/2$ 位相をシフトさせる位相器、105、106は基準周波数信号とDA変換器6でつくられた信号とを乗算する乗算器、107は各乗算信号を合成するための加算器、108は乗算された合成信号から高調波成分

を除去するBPFである。

【0013】次に、動作について説明する。まず、位相手段の動作について説明する。基準周波数発振器1の発振周波数を $\omega_0$  ( $f_0$ ) とし、基準周波数発振器1の出力信号は、

$$Eos = A \sin \omega_0 t \quad (A \text{ は信号の振巾})$$

とする。基準周波数発振器1の出力信号  $Eos = A \sin \omega_0 t$  を入力する位相器104は、基準周波数発振器1からの信号を $\pi/2$ 位相をシフトさせるで、この位相器104の出力信号は、

4

$$Eoc = A \cos \omega_0 t \quad (A \text{ は信号の振巾})$$

と表現できる。

【0014】次に、DA変換手段の動作について説明する。ROM101とDA変換器6には、周波数を変更するための波形発生データ（以下、チャンネルデータあるいはCHデータともいう）が入力される。ROM101はこの波形発生データを記憶する。ROM101とDA変換器6は、この波形発生データにもとづき指定された周波数をもつ直交する2つの信号を発生する。ROM101とDA変換器6でつくられる信号の周波数を $N\omega_r$  ( $Nfr$ ) とし、これらの2つの信号をそれぞれ $Ers$ と $Erc$ とすると、BPF1 (102) の出力信号は、

$$Ers = K \sin N\omega_r t$$

Kは信号の振巾

$\omega_r$  ( $fr$ ) はCH間周波数

NはCHデータで指定された任意のチャンネル (CH) を決定する定数と表現でき、BPF2 (103) の出力信号は、

$$Erc = K \cos N\omega_r t$$

20 Kは信号の振巾

$\omega_r$  ( $fr$ ) はCH間周波数

NはCHデータで指定された任意のチャンネル (CH) を決定する定数と表現できる。

【0015】次に、乗算手段について説明する。乗算器105には、位相手段で生成された $Eoc$ と、DA変換手段で生成された $Ers$ が印加され、乗算器105により乗算された出力信号を乗算信号 $E1$ とすると、

$$E1 = AK \cos \omega_0 t \cdot \sin N\omega_r t$$

となり、乗算器106には、同様に、 $Eos$ と $Erc$ が印加されるから乗算された出力信号を乗算信号 $E2$ とすると、

$$E2 = AK \sin \omega_0 t \cdot \cos N\omega_r t$$

となる。ここで、A、Kは信号の振巾、 $\omega_r$  ( $fr$ ) はCHデータで指定された間周波数、Nは任意のチャンネル (CH) を決定する定数である。

【0016】次に、合成手段について説明する。加算器108には、乗算手段で生成された乗算信号 $E1$ と $E2$ が入力されることになる。この加算器で合成された信号を合成信号 $E$ とすると、

$$40 \quad E = E1 + E2$$

$$= AK (\sin \omega_0 t \cos N\omega_r t + \cos \omega_0 t \sin N\omega_r t)$$

$$= AK \sin (\omega_0 + N\omega_r) t$$

となる。

このように、合成信号は、周波数 $\omega_0 + N\omega_r$ を持つ信号になり、CHデータによりNを決定すると任意の周波数 $\omega_0 + N\omega_r$ が決定できることになる。ここで、出力信号を $F_0$ とし、 $AK=1$ とすると、

$$F_0 = E = E1 + E2$$

$$50 \quad = \sin \omega_0 t \cos N\omega_r t + \cos \omega_0 t \sin N\omega_r t$$

$\omega r t$   
 $= \sin(\omega_0 t + N\omega r t)$   
 $= \sin 2\pi(f_0 + Nf_r)t$   
 となる。

【0017】実施例2. 次に、図2を用いて、この発明の他の実施例を説明する。図2において、図1と同一符号のものは同一あるいは相当部分を示し、ここでは説明を省略する。図において、109はBPF108の出力信号に含まれるビート成分をとり出す検波器、110は基準周波数発振器1から作られたcos波信号との乗算信号の振巾を制御するPGC(プログラマブル・ゲイン・コントロール：可変利得制御器)、111はBPF109の出力信号に含まれるビート信号とDA変換器6からつくられたsin波信号とを比較する排他的論理素子(EXOR)で、カウンタ114のデータの変化方向を決定している。112は、BPF108の出力信号に含まれるビート成分の振巾を判定する比較器で、ビート成分の振巾があるレベル以下になるとLレベルを出力す\*

$$E_0 = AK \sin \omega_0 t \cos N\omega r t + n \cdot \alpha AK \cos \omega_0 t \sin N\omega r t$$

$$= AK \sin(\omega_0 + N\omega r)t + AK(n\alpha - 1) \cos \omega_0 t \sin N\omega r t$$

となる。

【0020】次に、検出手段について説明する。検波器109には、合成信号 $E_0$ が入力され、検波器109がその信号からビート成分を検出する(図3のS109)ことから、その出力にはビート成分

$\{AK(n\alpha - 1)/2\} \sin N\omega r t$   
 が生じる。

【0021】次に、振巾制御手段について説明する。まず、排他的論理和素子111では、BFP2(102)からの $E_{rs} = K \sin N\omega r t$ とビート成分 $\{AK(n\alpha - 1)/2\} \cdot \sin N\omega r t$ 入力されて両者が比較され、同相の時は“L”、逆相の時“H”の出力をカウンタ114へ出す(S111)。

【0022】また、検出されたビート成分の振巾 $\{AK(n\alpha - 1)/2\}$ は比較器112に入力される。そして、ビート成分の振巾 $\{AK(n\alpha - 1)/2\}$ は、比較器112で所定の設定レベルと比較される。ビート成分の振巾 $\{AK(n\alpha - 1)/2\}$ が比較器112で比較され、その結果、所定の設定レベル以下である場合は、“L”レベルを出力する。反対に、所定の設定レベル以上である場合は、“H”レベルを出力する(S112uまたはS112d)。

【0023】もし、比較器112で設定レベル以上と判定され、比較器112の出力が“H”レベルを出すと、カウンタ114には論理積素子113を介してクロック(CLK)が送られる。ここで、カウンタ114は、排他的論理和素子111からの出力が逆相の時(“H”の時)、カウント値を増大させる(S114u)。反対

する。113は論理積素子であって、比較器112の出力が、Hレベルの間、パルスをカウンタ114に加える。カウンタ114は出力をPGC110へ送出する。また、図3は、検出手段及び振巾制御手段の動作を説明するための図であり、以下、図2と図3を用いて、利得を制御する動作を説明する。

【0018】実施例1で示した、周波数を決定するアルゴリズムには、PLL回路のように時定数回路やループがないので瞬時に目的の周波数を持つチャネル(CH)に切換えられる。しかし、実際には、乗算器の利得、位相器のロス等の考慮が必要であり、実施例2では、乗算器の利得、位相器のロス等の回路影響分を考慮した場合を説明する。

【0019】まず、この実施例2における乗算手段と合成手段の動作について、実施例1と異なる点を説明する。PGC110の利得を $n$ とし、この回路影響分を $\alpha$ とし、加算器107から出力される合成信号を $E_0$ とすると、

に、同相の時(“L”の時)には、カウント値を減少させる(S114d)。PGC110は、カウント値の増減により利得 $n$ を増減する(S110uまたはS110d)。

【0024】以上のことから、乗算信号 $E_1 = AK \cos \omega_0 t \cdot \sin N\omega r t$ の振巾が大きい時、すなわち、 $\alpha > 1$ でPGC110の利得 $n=1$ の時は、 $(n\alpha - 1) > 0$ であるから同相になり、排他的論理和素子111は“L”レベルを出し(S111)、カウンタ114はデータを利得減少の方向のダウン方向を指示する(S114d)。そして、 $\alpha < 1$ では、乗算信号 $E_1 = AK \cos \omega_0 t \cdot \sin N\omega r t$ の振巾が小さい時であり、逆相になり、排他的論理和素子111は“H”レベルを出し(S111)、カウンタ114はデータを利得減少の方向のアップ方向を指示する(S114u)。

【0025】以上のように、実施例2では、PGC110を設けて乗算信号 $E_1$ の振巾を調整することにより、乗算器の利得や位相器のロス等の回路影響分を考慮した場合を説明した。

【0026】実施例3. なお、上記実施例では、DA変換器6から同時にsin波信号とcos波信号をつくったが、90°位相器を設け、sin波信号からcos波信号をつくり出してもよい。

【0027】実施例4. 上記実施例では、DA変換器6からつくり出す信号の周波数が固定周波数となっているが、FM変調信号等の変調信号であってもよく、チャネル切換え(CH切換え)と変調の同時動作が実現でき

【0028】実施例5. 上記実施例では、PGC110を $E1 = AK \cos \omega_0 t \cdot \sin N \omega_r t$ なる乗算信号の振巾を変化させるように配置したが、 $E2 = AK \sin \omega_0 t \cdot \cos N \omega_r t$ なる乗算信号の振巾を、変化させるように配置してもよく、更に、 $Ers = I \cos N \omega_r t$ 又は $Erc = K \cos N \omega_r t$ 、 $Eos = A \sin \omega_0 t$ 、 $Eoc = A \cos \omega_0 t$ なる信号の振巾を変化させるように配置してもよい。

【0029】実施例6. 上記実施例では、PGC110を設けて乗算信号振巾を調整しているが、図4のようにErs、Erc信号を作り出すDA変換器6へのデータをシフトレジスタ201を設けることにより、カウント値と利得変化方向値により調整してErs又はErcの振巾を調整しても同様の効果を奏する。

【0030】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、周波数変化分をディジタル回路にて構成したので、周波数切換時間が短く、周波数安定度の高いものが得られる。又、高周波乗算器以外は、ディジタル回路で構成できるのでIC化がしやすいため安価に作ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の発明の一実施例による周波数シンセサイザのブロック図。

【図2】第2の発明の一実施例による周波数シンセサイザのブロック図。

【図3】第2の発明の動作を説明するための利得制御ループのフローチャート図。

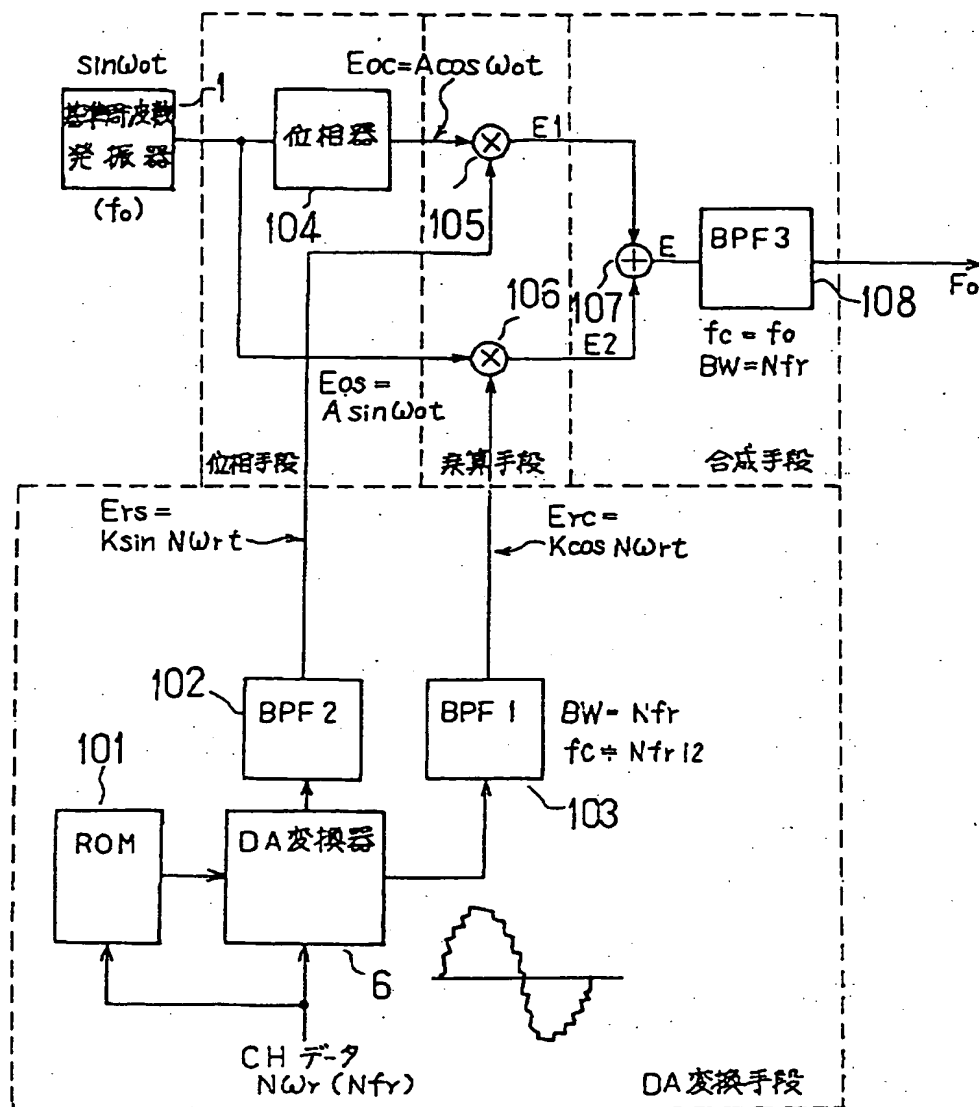
【図4】第2の発明の他の実施例による周波数シンセサイザのブロック図。

【図5】従来の周波数シンセサイザのブロック図。

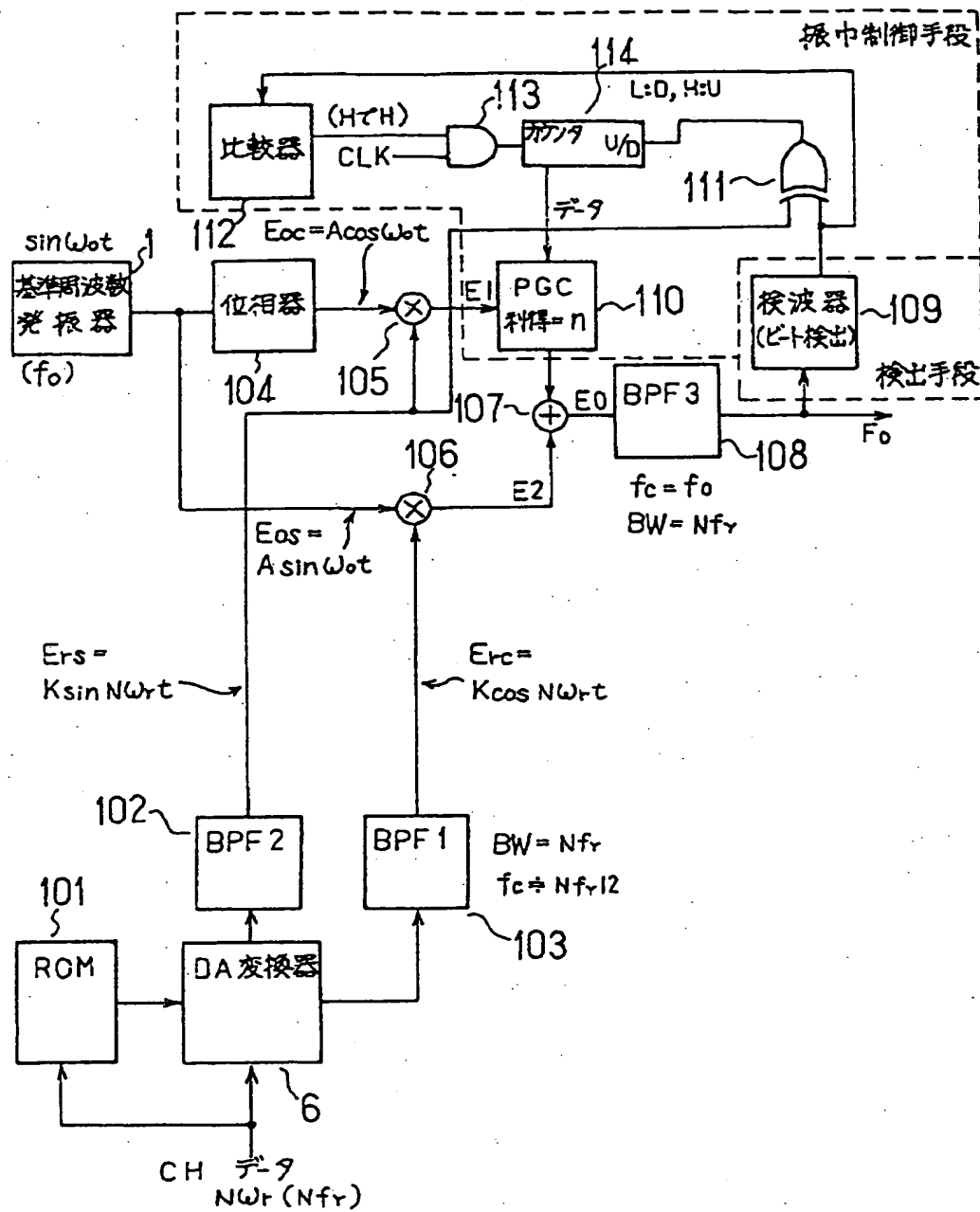
【符号の説明】

- 1 基準周波数発振器
- 6 DA変換器
- 101 波形発生データ記憶素子 (ROM)
- 104 位相器
- 105 乗算器
- 106 乗算器
- 107 加算器
- 109 検波器
- 110 プログラマブル・ゲイン・コントロール (PGC)
- 111 排他的論理素子
- 112 比較器
- 113 論理積素子
- 114 カウンタ
- E1 乗算信号
- E2 乗算信号
- E 合成信号
- E0 合成信号

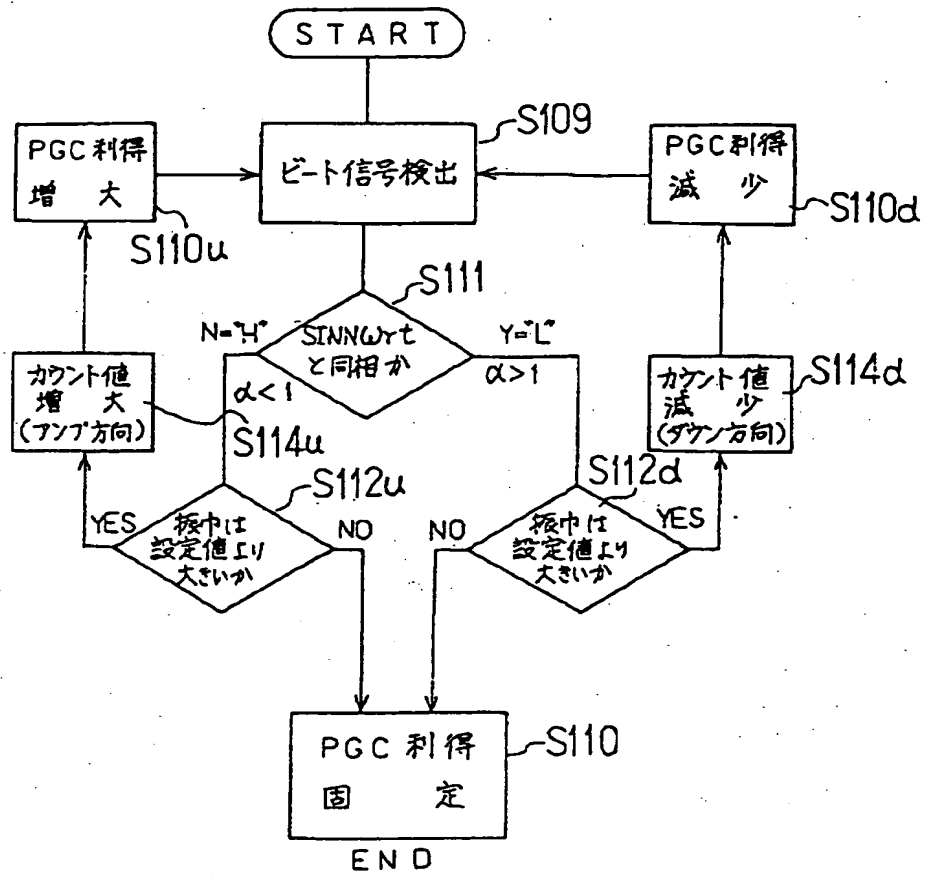
【図1】



【図2】

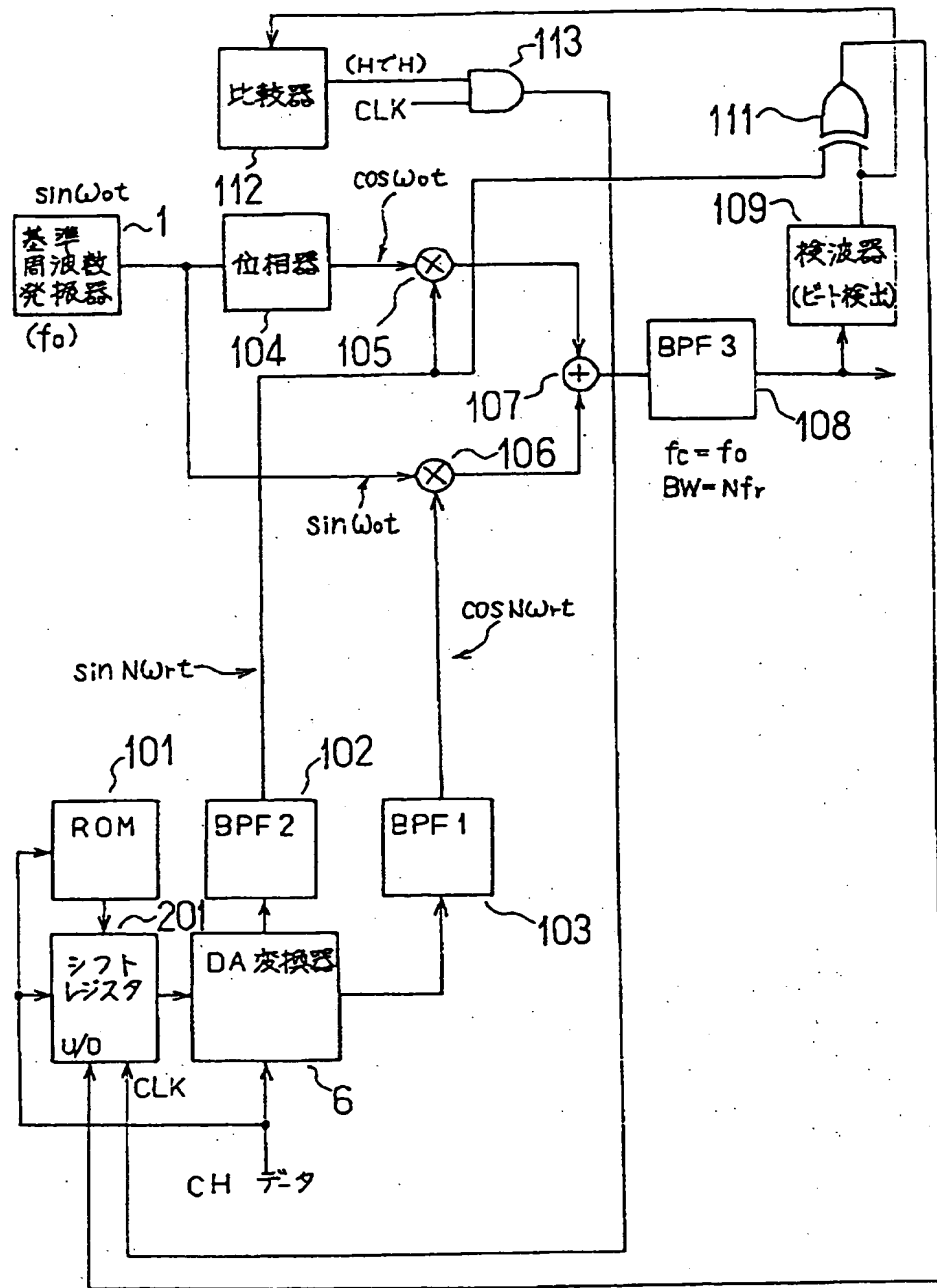


【図3】



利得制御ループ

【図4】



【図5】

